

5319-12

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-099680
 (43)Date of publication of application : 13.04.2001

(51)Int.Cl.

G01D 5/20
 G01B 7/00
 G01B 7/30
 G01D 5/245

(21)Application number : 11-281706
 (22)Date of filing : 01.10.1999

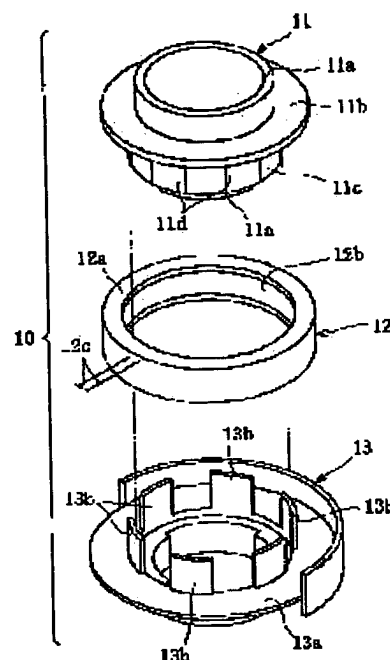
(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE
 (72)Inventor : KIN TOJI
 ABE FUMIHIKO
 TANAKA KENGO

(54) DETECTING APPARATUS FOR ANGLE OF RELATIVE ROTATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a detecting apparatus, for an angle of relative rotation, which is small, in which a detection output has a linear characteristic and which is of high sensitivity.

SOLUTION: This detecting apparatus 10 for an angle of relative rotation is provided with a first rotor 11 which is molded of an insulating magnetic material and which is attached to a prescribed position in the axial line direction of a first turning shaft. The detecting apparatus is provided with a fixed core 12 which is fixed to a fixation member, which comprises a core body 12a and which comprises an exciting coil 12b to which an AC current is made to flow and which forms a magnetic circuit in cooperation with the insulating magnetic material. The detecting apparatus is provided with a second rotor 13 which is adjacent to the first rotor, which is attached to a second relatively turning shaft with reference to the first shaft and which is arranged between the first rotor and the fixed core. In the first rotor 11, metal shielding layers 11d are formed at prescribed intervals along the circumferential direction. In the second rotor 13, metal teeth 13b are formed at intervals corresponding to those of the metal shielding layers.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number]
 [Date of registration]
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-99680

(P 2001-99680A)

(43) 公開日 平成13年4月13日 (2001.4.13)

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マ-ト (参考)

G 0 1 D 5/20

G 0 1 D 5/20

J 2F063

G 0 1 B 7/00

G 0 1 B 7/00

D 2F077

7/30 1 0 1

7/30 1 0 1

B

G 0 1 D 5/245

G 0 1 D 5/245

L

審査請求 未請求 請求項の数 3

O L

(全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平11-281706

(22) 出願日

平成11年10月1日 (1999. 10. 1)

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 金 東治

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河

電気工業株式会社内

(72) 発明者 安倍 文彦

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河

電気工業株式会社内

(74) 代理人 100106378

弁理士 宮川 宏一

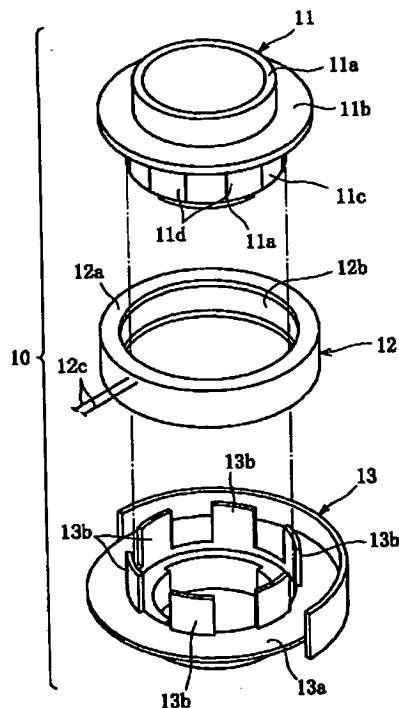
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 相対回転角度検出装置

(57) 【要約】

【課題】 小型で、検出出力がリニアな特性を有し、検出感度の高い相対回転角度検出装置を提供する。

【解決手段】 絶縁磁性材から成形され、回転する第1のシャフトの軸線方向所定位置に取り付けられる第1のロータ11、固定部材に固定され、コア本体12aと、交流電流が流され、絶縁磁性材と協働して磁気回路を形成する励磁コイル12bとを有する固定コア12及び第1のロータに隣接し、第1のシャフトに対して相対回転する第2のシャフトに取り付けられ、第1のロータと固定コアとの間に配置される第2のロータ13を備え、第1及び第2のシャフトの相対回転角度を検出する相対回転角度検出装置10。第1のロータ11は、周方向に沿って所定間隔で金属遮蔽層11dが設けられ、第2のロータ13は、金属遮蔽層に対応する間隔で金属歯13bが形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁磁性材から成形され、回転する第 1 のシャフトの軸線方向所定位置に取り付けられる第 1 のロータ、

固定部材に固定され、コア本体と、交流電流が流され、前記絶縁磁性材と協働して磁気回路を形成する励磁コイルとを有する固定コア及び前記第 1 のロータに隣接し、前記第 1 のシャフトに対して相対回転する第 2 のシャフトに取り付けられ、前記第 1 のロータと前記固定コアとの間に配置される第 2 のロータを備え、

前記第 1 及び第 2 のシャフトの相対回転角度を検出する相対回転角度検出装置において、

前記第 1 のロータは、周方向に沿って所定間隔で金属遮蔽層が設けられ、前記第 2 のロータは、前記金属遮蔽層に対応する間隔で遮蔽歯が形成されていることを特徴とする相対回転角度検出装置。

【請求項 2】 前記絶縁磁性材及び前記コア本体が、熱可塑性樹脂と軟質磁性材とを混合した絶縁性素材で形成されている、請求項 1 の相対回転角度検出装置。

【請求項 3】 前記軟質磁性材の含有量が 10 体積%以上、70 体積%以下である、請求項 2 の相対回転角度検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、相対回転角度検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 交流電流が流されたコイルの周囲に、円周方向に均一に分布する固定磁性部材と、円周方向に所定間隔で磁気遮蔽部が形成された可動磁性部材とを所定のギャップを介して配置する。そして、このように各部材を配置することで、前記ギャップを含めて磁気回路を形成し、前記ギャップを大きくしたり小さくさせたりして変化させると、前記ギャップの周方向に空間的な分布が不均一な交流磁界が形成されることが知られている。

【0003】 そこで、図 10 に示すように、コイルを有する固定磁性部材 1 と、外周に凹凸を有する磁性材ロータ 2 との間に複数の遮蔽歯 3a を有する金属ロータ 3 を所定のギャップをおいて配置し、例えば、自動車のステアリングシャフトに作用するトルク検出に用いる相対回転角度検出装置が知られている。この検出装置は、複数の遮蔽歯 3a が周方向に等間隔に配置され、両ロータ 2、3 の相対回転によって遮蔽歯 3a が、分布が不均一な前記交流磁界を横切ると、遮蔽歯 3a 内には渦電流が生ずる。この渦電流は、両ロータ 2、3 間の相対回転角度によって変動する。従って、この検出装置は、これらの部材内に誘導される渦電流の変動によって生ずる前記コイルのインピーダンス変化を測定することで、両ロータ 2、3 の相対回転角度、即ち、相対回転する 2 つの部材間における相対回転角度を検出する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、前記した分布が不均一な交流磁界を利用した相対回転角度検出装置は、前記ギャップ内の周方向における磁束密度の変動を示す図 11 に示すように、磁束密度の変動 ΔB と、生じた磁界分布における強弱の境界領域 $\Delta \theta$ という 2 つのパラメータによって特性が左右される。即ち、相対回転角度検出装置は、磁束密度の変動 ΔB が大きい程、回転角度の検出感度が高く、磁界分布の境界領域 $\Delta \theta$ が小さい程、検出力のリニア性が良い。

【0005】 しかし、相対回転角度検出装置は、前記ギャップの大きさによって前記交流磁界の不均一な分布の程度を大きくするには、以下のような問題がある。周知のように、磁気回路において、前記ギャップの大きさによる実効比透磁率の変動はリニアな特性から外れている。即ち、磁気回路においては、ギャップが小さい程、実効比透磁率の変動が大きい。上記のようにギャップ間に金属ロータ 3 を配置するので、ロータの製造精度及び回転精度を考慮すると、通常、相対回転角度検出装置は、図 10 に示すように、ギャップ $G1$ を 1mm 以上に設定することが望ましい。但し、相対回転角度検出装置は、適正な検出感度を得るためには数 mm 程度のギャップ変動量が必要である。即ち、相対回転角度検出装置は、磁性材ロータ 2 の凹凸に伴うギャップ変動量 ΔG ($=G2-G1$) が、数 mm となるような大きさにする必要がある。

【0006】 一方、図 10 に示す相対回転角度検出装置は、磁性材ロータ 2 の厚さを周方向に沿って複数の遮蔽歯 3a に対応させて周期的に変化させている。このため、前記検出装置は、固定磁性部材 1 と磁性材ロータ 2 との間に周方向に形成されるギャップが階段状であることから、磁束が高透磁率のコア材から低透磁率の空气中に流れ込む場合、コア材の角部に集中する特性がある。このため、角部に集中する磁束のために、前記検出装置では、磁界分布の境界領域 $\Delta \theta$ が大きくなり、検出力のリニアな特性に悪影響を与える。

【0007】 本発明は上記の点に鑑みてなされたもので、小型で、検出力がリニアな特性を有し、検出感度の高い相対回転角度検出装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明においては上記目的を達成するため、絶縁磁性材から成形され、回転する第 1 のシャフトの軸線方向所定位置に取り付けられる第 1 のロータ、固定部材に固定され、コア本体と、交流電流が流され、前記絶縁磁性材と協働して磁気回路を形成する励磁コイルとを有する固定コア及び前記第 1 のロータに隣接し、前記第 1 のシャフトに対して相対回転する第 2 のシャフトに取り付けられ、前記第 1 のロータと前記固定コアとの間に配置される第 2 のロータを備え、前

記第 1 及び第 2 のシャフトの相対回転角度を検出する相対回転角度検出装置において、前記第 1 のロータは、周方向に沿って所定間隔で金属遮蔽層が設けられ、前記第 2 のロータは、前記金属遮蔽層に対応する間隔で遮蔽歯が形成されている構成としたのである。

【0009】好ましくは、前記絶縁磁性材及び前記コア本体を、熱可塑性樹脂と軟質磁性材とを混合した絶縁性素材で形成し、前記軟質磁性材の含有量を 10 体積%以上、70 体積%以下とする。

【0010】

【作用】第 1 及び第 2 のロータが、相対回転すると、第 2 のロータの遮蔽歯を横切る磁界の平均磁束密度が変動する。これにより、第 1 のロータは、金属遮蔽層に生ずる渦電流の大きさが変動する。励磁コイルと接続された信号処理回路は、前記渦電流に起因した励磁コイルのインピーダンスの変動を測定することによって両ロータの相対回転角度を測定する。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の相対回転角度検出装置に係る一実施形態を図 1 乃至図 9 に基づいて詳細に説明する。相対回転角度検出装置（以下、「検出装置」という）10 は、図 1 に示すように、第 1 ロータ 11、固定コア 12 及び第 2 ロータ 13 を備え、相対回転する第 1 シャフト SF1 と第 2 シャフト SF2（図 2 参照）の相対回転角度を検出する。検出装置 10 は、例えば、変換ジョイント（トーションバー）によって回転トルクを主動シャフトから従動シャフトへ伝達することで自動車のハンドルシャフトの回転トルクを検出する場合等に用いられ、両シャフト SF1、SF2 の相対回転角度は ± 8° の範囲内で変化する。

【0012】第 1 ロータ 11 は、円筒状に成形され、図 2 に示すように、回転する第 1 シャフト SF1 の軸線方向所定位置に取り付けられる。第 1 ロータ 11 は、図 1 に示すように、円筒軸 11a の上部に半径方向外方へ延出するフランジ 11b が合成樹脂によって一体に形成され、円筒軸 11a の外周に絶縁磁性部材 11c が取り付けられると共に、絶縁磁性部材 11c の表面に周方向に沿って所定間隔、例えば、中心角 60° 間隔で金属遮蔽層となる複数の銅箔 11d が貼付されている。

【0013】但し、銅箔 11d は、絶縁磁性部材 11c の表面ではなく、内部に設けても良い。また、金属遮蔽層は、導電体であれば銅箔 11d の他、例えば、アルミニウム、銀、鉄等の素材を使用することができる。更に、金属遮蔽層は、理論上、中心角を小さくして配置間隔を小さくする程、前記遮蔽層あるいは遮蔽歯の数が多くなり、検出装置の部材内に誘導されるトータル渦電流の変化量（遮蔽層あるいは遮蔽歯の数に比例する）が大きくなって、相対回転角度の検出感度が高くなるが、測定できる角度範囲が小さくなる。本実施形態の検出装置 10 は、前記のように複数の銅箔 11d を中心角 60°

間隔で配置したので、測定可能な最大角度範囲は約 30° である。

【0014】ここで、電磁工学では、金属遮蔽層に必要な厚さ t (mm) の目安として次式が広く使われている。

$$t \geq 1 / (\omega \kappa \mu)^{1/2}$$

但し、 ω は信号の角周波数、 κ は金属遮蔽層の電気伝導率、 μ は真空の透磁率、である。

【0015】従って、上記式によれば、例えば、銅箔 11d で遮蔽層を製作する場合、100 KHz の磁界をほぼ遮蔽するのに必要な厚さは、約 0.158 mm 以上である。実用上、銅箔 11d の厚さを $t = 0.2$ mm にした場合、100 KHz の交流磁界に対し、銅箔 11d が生ずる磁気抵抗は、後述する第 1 ロータ 11 と固定コア 12 との半径方向のギャップ G による磁気抵抗より十分に大きくなる。即ち、銅箔 11d の遮蔽効果により、検出装置 10 は、小型であっても、不均一な分布の程度が大きい交流磁界を形成することができる。

【0016】固定コア 12 は、第 1 ロータ 11 と半径方向にギャップ G （図 4 参照）をおいてハンドルシャフト近傍に位置する固定部材（図示せず）に固定され、図 4 に示すように、絶縁磁性材からなるコア本体 12a と、第 1 ロータ 11 と協働して磁気回路 PMG（図 4 参照）を形成する励磁コイル 12b とを有している。磁気回路 PMG の磁束は図示のように集中して形成されるため、図 4 に示すように、第 1 ロータ 11 の軸方向の高さを第 2 ロータ 13 の軸方向の高さよりも高くすると、第 1 ロータ 11 と第 2 ロータ 13 とが軸方向に位置ずれすることがあっても、センサの出力の変動を抑えることができ好ましい。励磁コイル 12b は、外部へ延出させた電線 12c（図 1 参照）によって図示しない信号処理回路と接続され、この信号処理回路から交流電流が流されている。

【0017】第 2 ロータ 13 は、図 1 に示すように、リング状の本体 13a に遮蔽歯となる複数の金属歯 13b をリング状に均等に配置して、各金属歯 13b はそれぞれ各銅箔 11d に対応する間隔を持つ。第 2 ロータ 13 は、例えば、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金、鉄、鉄合金よりなり、図 1 に示すように、複数の金属歯 13b は銅箔 11d 同様リング状に均等に配置され、各銅箔 11d に対応して設けられている。第 2 ロータ 13 は、次のように構成することもできる。即ち、絶縁材で製作された筒状の表面あるいは内部に一定の厚さの遮蔽層（例えば 0.2 mm の銅箔、或いはアルミニウム、銀、鉄等の素材のもの）を銅箔 11d と同数を銅箔 11d に対応させてリング状に均等に配置する。第 2 ロータ 13 は、第 1 ロータ 11 に隣接し、第 1 シャフト SF1 に対して相対回転する第 2 シャフト SF2（図 2 参照）に取り付けられ、複数の金属歯 13b は、図 2 に示すように、第 1 ロータ 11 と固定コア 12 との間に配置される。

【0018】以上のように構成される検出装置10は、第1ロータ11を第1シャフトSF1に、第2ロータ13を第2シャフトSF2に、それぞれ取り付けるとともに、固定コア12を前記固定部材に固定して組み立てられる。そして、組み立てられた検出装置10においては、励磁コイル12bを流れる交流電流による磁束が、図4に示す磁気回路PMGに沿って流れる。これにより、第1ロータ11の複数の銅箔11dを交流磁界が横切るため、銅箔11d内に渦電流が誘起される。このとき、渦電流によって誘起される交流磁界の方向は、励磁コイル12bを流れる交流電流による交流磁界の方向と逆になる。結果として、遮蔽層が存在する上記ギャップ部分の空間にコイルの交流励磁電流による磁束と上記渦電流による磁束の方向は逆となるため、トータル磁束密度が小さくなり、反対に遮蔽層が存在しない上記ギャップ部分の空間にコイルの交流励磁電流による磁束の方向は同じとなるため、トータル磁束密度が大きくなる。

【0019】このため、検出装置10においては、第1ロータ11と固定コア12との間に形成されるギャップG内に、図3に示すように、銅箔11dが存在し、磁束密度が小さい領域A_{sp}と、銅箔11dが存在せず、磁束密度が大きい領域A_{de}が周方向に交互に形成される。この結果、検出装置10は、第1ロータ11と固定コア12との間のギャップG内に、間隔が中心角を60°とする不均一な磁界が周方向に形成される。ここで、図3は、第1ロータ11の円筒軸11aを図示せずに省略している。

【0020】従って、第1ロータ11が第1シャフトSF1と共に第2ロータ13に対して相対回転すると、前記不均一な磁界も第1ロータ11と共に周方向に沿って回転する。このため、ギャップG内では、中心角60°間隔で周方向に形成された金属歯13bがこの不均一な磁界を横切り、その際第1ロータ11と第2ロータ13との相対回転によって金属歯13bが磁束密度が小さい領域A_{sp}に位置する面積と、磁束密度が大きい領域A_{de}に位置する面積の割合が変化し、横切るトータル磁束の量は変化するので、金属歯13bに生ずる渦電流の大きさが変化する。

【0021】従って、検出装置10においては、金属歯13bに生ずる渦電流の大きさが異なり、励磁コイル12bのインピーダンスは、第1ロータ11と第2ロータ13との相対回転角度によって変動する。そこで、検出装置10は、励磁コイル12bと接続された信号処理回路において公知の方法で前記インピーダンスを測定すれば、第1ロータ11と第2ロータ13との相対回転角度を簡単に検出することができる。

【0022】ここで、本発明の検出装置10は、固定コア12に対して第1ロータ11がギャップGを置いて回転する構造のため、構成部材間のギャップの大きさが、製造コストに直接影響する。即ち、検出装置10は、ギ

ャップGを数 μ m程度に設定することは非常に困難で、このようなギャップとするには、構成部品の製作精度、構成部品間の組立精度が厳しく要求される。特に、本発明の検出装置10は、自動車のハンドルシャフトにおける回転トルクの検出に用いる場合、自動車の走行に伴う振動等を考慮して、ギャップGをmmオーダーに設定することが理想である。

【0023】このとき、前記した磁気回路PMGの実効透磁率は、絶縁磁性部材11cやコア本体12aの比透磁率とギャップGの大きさによって決まる。特に、磁気回路PMGの長さ l とギャップGの大きさ g との比が、磁性材の比透磁率と同じオーダーである場合、磁気回路PMGの実効透磁率は殆どギャップGの大きさによって左右されるので、磁性材の比透磁率の影響は非常に小さくなる。例えば、磁気回路PMGの長さが100mmに対して、ギャップGが約数mmの場合のように、磁気回路PMGの長さ l とギャップGとの比が、軟質磁性材の比透磁率 μ_r に比べて非常に小さい場合、実効透磁率は殆どギャップGの大きさによって決まる。

【0024】即ち、検出装置10は、絶縁磁性部材11cやコア本体12aの比透磁率がいくら大きくても、磁気回路PMGの実効透磁率は、ほぼギャップGの大きさによって決まってしまう。従って、絶縁磁性部材11cやコア本体12aは、ナイロン、ポリプロピレン（PP）、ポリフェニレンスルフィド（PPS）、ABS樹脂等の電気絶縁性を有する熱可塑性合成樹脂に、Ni-ZnやMn-Zn系のフェライトからなる軟質磁性材粉を、軟質磁性材の含有量が10～70体積%で混合したもので成形する。

【0025】これにより、本発明の検出装置10は、磁気回路PMGの実効透磁率がフェライトを用いた従来の軟質磁性材に比べてやや小さくなるが、耐振動性が向上し、製造が容易でコストダウンが図られ、大量生産に向いている等、得られるメリットが大きい。また、励磁コイル12bのインピーダンスに影響を与える渦電流は、絶縁材でもある前記コア材内からは発生せず、金属遮蔽層、即ち、銅箔11dのみから生ずるため、検出装置10は、検出感度や検出出力のより一層リニアな特性が得られる。

【0026】次に、本発明の検出装置に係る第2の実施形態を図5及び図6に基づいて説明する。検出装置15は、図5に示すように、第1ロータ16、固定コア17及び第2ロータ18を備え、これらは第1の実施形態と同じ素材で構成され、第1の実施形態と同様にして第1シャフトSF1等に取り付けられる。

【0027】第1ロータ16は、絶縁磁性材からなる円筒体16aの表面の周方向半分に銅箔16bが貼付されている。固定コア17は、第1の実施形態の固定コア12と同様に、絶縁磁性材からなるコア本体17aと励磁コイル（図示せず）とを有している。第2ロータ18

は、図 6 に示すように、円筒を周方向に半分切り欠いて半周分の遮蔽歯 18 a が周方向に形成され、下部に半径方向内方へ突出させて形成したフランジ 18 b の中央には、図示しない第 2 シャフトに取り付ける取付開口 18 c が形成されている。

【0028】検出装置 15 は、上記のように構成することによって、前記励磁コイルに交流電流を流すと、第 1 ロータ 16 と固定コア 17 との間に形成されるギャップ内に、図 5 に示すように、銅箔 16 b が存在し、磁束密度が小さい領域 A_{sp} と、銅箔 16 b が存在せず、磁束密度が大きい領域 A_{de} が周方向に半々に形成される。この結果、検出装置 15 は、第 1 ロータ 16 と固定コア 17 との間の前記ギャップ内に、中心角を 180° とする不均一な磁界が周方向に形成され、180° の回転角度が検出できるが、例えば、絶対位置センサーを利用する等して、ロータの 0° の絶対位置検出をすれば、360°、即ち、1 回転までの回転角度を検出することができる。

【0029】次いで、本発明の検出装置に係る第 3 の実施形態を図 7 に基づいて説明する。検出装置 20 は、第 1 ロータ 21、固定コア 22 及び第 2 ロータ 23 を備え、相対回転する第 1 シャフト SF1 と第 2 シャフト SF2 の相対回転角度を検出する。第 1 ロータ 21 は、絶縁磁性材からなり、円板 21 a 上に複数の所定の中心角を持つ扇形状の銅箔が所定の間隔で貼付されている。第 1 ロータ 21 は、図示のように、第 1 シャフト SF1 に取り付けられる。

【0030】固定コア 22 は、第 1 ロータ 21 と第 1 シャフト SF1 の軸方向にギャップ G をおいてハンドルシャフト近傍に位置する固定部材（図示せず）に固定され、図示のように、絶縁磁性材からなるコア本体 22 a と、第 1 ロータ 21 と協働して磁気回路 PMG を形成する励磁コイル 22 b とを有している。第 2 ロータ 23 は、例えば、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金、鉄、鉄合金、銀等の金属円板から所定の中心角の扇形を複数切り欠いて第 1 ロータ 21 の複数の本体 21 a に対応する複数の遮蔽歯 23 a が放射状に形成されている。また、次のように構成してもよい。即ち、絶縁性を持つプラスチック等からなる円板上に、前記扇形状の銅箔に対応して該扇形状の銅箔と同数の所定の中心角を持つ扇形の金属箔が所定の間隔で貼付されている。第 2 ロータ 23 は、第 1 ロータ 21 に隣接し、第 1 シャフト SF1 に対して相対回転する第 2 シャフト SF2 に取り付けられ、複数の遮蔽歯 23 a は、図示のように、第 1 ロータ 21 と固定コア 22 との間に配置される。

【0031】従って、本実施形態の検出装置 20 は、第 1 ロータ 21 と固定コア 22 との間のギャップ G 内に、周方向に不均一な磁界が形成され、この不均一な磁界を第 2 ロータ 23 の複数の遮蔽歯 23 a が横切ることによって渦電流が生ずる。検出装置 20 は、この渦電流の変

化に伴う、励磁コイル 22 b のインピーダンスを、第 1 の実施形態と同様にして測定することで、第 1 ロータ 21 と第 2 ロータ 23 との相対回転角度を簡単に検出することができる。

【0032】また、本発明の検出装置は、第 1 ロータ 21、固定コア 22 及び第 2 ロータ 23 を第 1 シャフト SF1 の軸方向に重ねた構成であるので、半径方向における大きさを低減する場合に有効である。ここで、上記各実施形態においては、第 1 ロータ 11、16、21 を第 1 シャフト SF1 に、第 2 ロータ 13、18、23 を第 2 シャフト SF2 に、それぞれ取り付けた。しかし、本発明の検出装置は、第 1 のロータと固定コアとの間に第 2 のロータが配置されていれば、第 1 ロータ 11、16、21 を第 2 シャフト SF2 に、第 2 ロータ 13、18、23 を第 1 シャフト SF1 に、それぞれ取り付けてもよいことは言うまでもない。

【0033】以上説明した本発明の検出装置は、例えば、次のように構成することで、自動車のハンドルシャフトの回転トルクを検出するトルクセンサと回転角度を検出する舵角センサを備えたセンサユニットとして応用することができる。即ち、図 8 に示すセンサユニット 25 は、トルク検出コア 26、舵角検出コア 27、磁性材ロータ 28 及び金属ロータ 29 を備え、トルク検出コア 26 と舵角検出コア 27 とが上下方向（ハンドルシャフトの軸方向）に重ねられている。

【0034】トルク検出コア 26 及び舵角検出コア 27 は、それぞれ絶縁磁性材からなるコア本体 26 a、27 a と、磁性材ロータ 28 と協働して磁気回路を形成する励磁コイル 26 b、27 b とを有している。そして、トルク検出コア 26 は固定金具 31 に、舵角検出コア 27 は固定金具 32 に、それぞれ固定され、両コア 26、27 間には金属スペーサ 33 が配置されている。ここで、固定金具 31、32 は、自動車内のハンドルシャフト近傍に配置されている。

【0035】磁性材ロータ 28 は、円筒状に成形され、中心軸方向中央には周方向にスリット 28 a が形成されている。金属ロータ 29 は、磁性材ロータ 28 よりも直径の小さい本体 29 a の上部から半径方向外方へフランジ 29 b が延出し、フランジ 29 b 先端に上下両方向へ延出し、磁性材ロータ 28 とトルク検出コア 26 あるいは舵角検出コア 27 との間に配置される遮蔽歯 29 c が複数形成されている。

【0036】一方、図 9 に示すセンサユニット 35 は、トルク検出コア 36、舵角検出コア 37、磁性材ロータ 38 及び金属ロータ 39 を備え、トルク検出コア 36 と舵角検出コア 37 とが半径方向に同心円状に配置されている。トルク検出コア 36 及び舵角検出コア 37 は、それぞれ絶縁磁性材からなるコア本体 36 a、37 a と、磁性材ロータ 38 と協働して磁気回路を形成する励磁コイル 36 b、37 b とを有している。トルク検出コア 3

6は、磁性材ロータ38との間に所定のギャップが形成され、舵角検出コア37は、コア本体37aに金属ロータ39の後述する遮蔽歯39cを配置する溝37cが周方向に形成されている。そして、トルク検出コア36及び舵角検出コア37は、金属製の遮蔽ケース41に収容される。

【0037】磁性材ロータ38は、円筒状に成形されている。金属ロータ39は、本体39aから半径方向外方へフランジ39bが延出し、フランジ39bから下方へ延出し、磁性材ロータ38とトルク検出コア36あるいは舵角検出コア37との間に配置される遮蔽歯39cが複数周方向に形成されている。

【0038】従って、センサユニット25あるいはセンサユニット35を、設置スペースに応じて適宜選択することにより、自動車のハンドルシャフトの回転トルクと回転角度とを同時に検出することができる。尚、上記各実施形態は、自動車のハンドルシャフトに関連した相対回転角度の検出について説明した。しかし、本発明の相対回転角度検出装置は、例えば、互いに連結され、相対回転する2本ロボットアームの相対回転角度を検出する用途にも使用可能である。

【0039】

【発明の効果】請求項1乃至3の発明によれば、小型で、検出出力がリニアな特性を有し、検出感度の高い相対回転角度検出装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の相対回転角度検出装置の第1の実施形態を示す斜視図である。

【図2】図1の相対回転角度検出装置を第1及び第2のシャフトに取り付けた状態を示す断面図である。

【図3】組み立てた相対回転角度検出装置の平面図である。

【図4】図2の相対回転角度検出装置の右半側を拡大して概略構成を示す断面図である。

【図5】本発明の相対回転角度検出装置の第2の実施形態を示す平面図である。

【図6】図5の検出装置で用いる第2のロータの斜視図である。

【図7】本発明の相対回転角度検出装置の第3の実施形態を示す図2に対応する断面図である。

【図8】本発明の相対回転角度検出装置の第1の応用例

を示すもので、センサユニットを直径に沿って切断した断面図である。

【図9】本発明の相対回転角度検出装置の第2の応用例を示すもので、センサユニットを直径に沿って切断した断面図である。

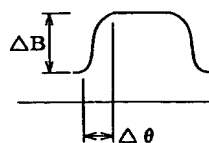
【図10】従来の相対回転角度検出装置の平面図である。

【図11】従来の相対回転角度検出装置に形成されるギャップの周方向における磁束密度の変動 ΔB と、生じた磁界分布における強弱の境界領域 $\Delta \theta$ を示す磁束密度の変動特性図である。

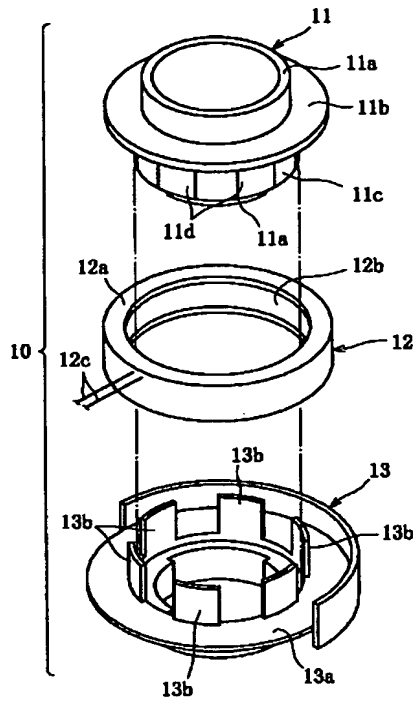
【符号の説明】

10	検出装置
11	第1ロータ
11c	絶縁磁性部材
11d	銅箔（金属遮蔽層）
12	固定コア
12a	コア本体
12b	励磁コイル
13	第2ロータ
13b	金属歯（遮蔽歯）
15	検出装置
16	第1ロータ
16b	銅箔（金属遮蔽層）
17	固定コア
17a	コア本体
18	第2ロータ
18a	遮蔽歯
20	検出装置
21	第1ロータ
21a	本体
21b	銅箔（金属遮蔽層）
22	固定コア
22a	コア本体
22b	励磁コイル
23	第2ロータ
23a	遮蔽歯
G	ギャップ
SF1	第1シャフト
SF2	第2シャフト

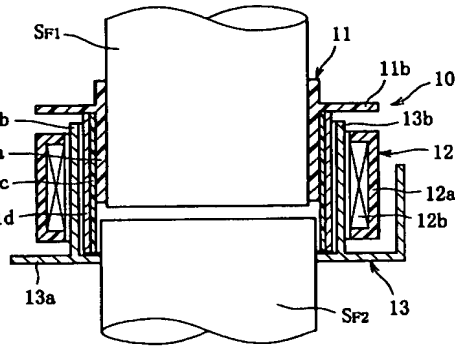
【図11】



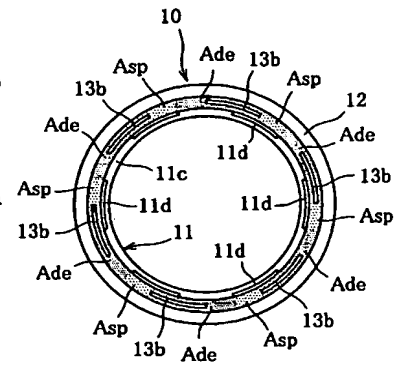
【図1】



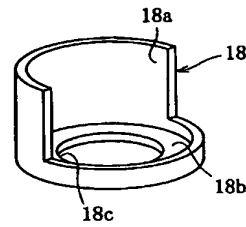
【図2】



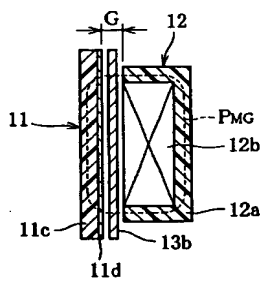
【図3】



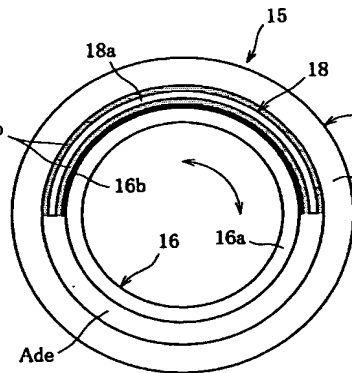
【図6】



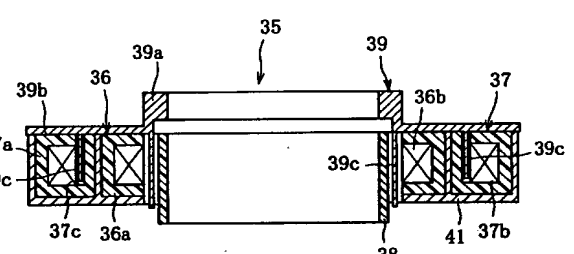
【図4】



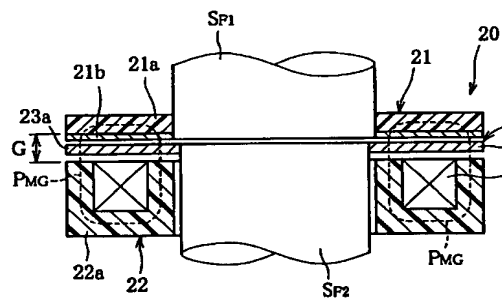
【図5】



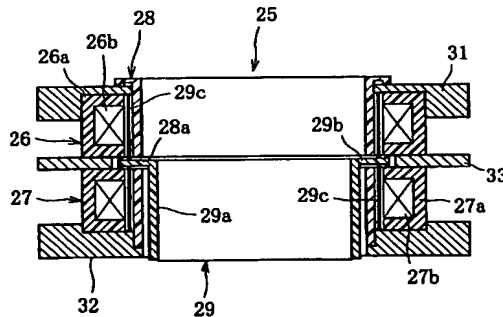
【図9】



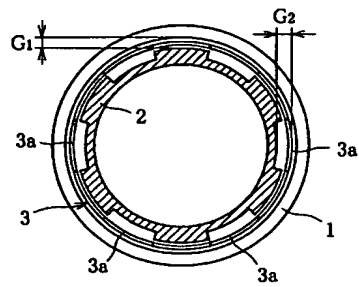
【図7】



【図8】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 賢吾
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内

Fターム(参考) 2F063 AA35 CA34 CA40 DA01 DA19
DD02 EA03 GA08 GA29 GA33
2F077 AA49 FF02 FF31 VV11